共通テスト対策講座 物理

このテキスト，講座は，共通テストにおいて，本気で対策をして本番で高得点をとりたいという者のためのものです。各回の内容は「試行調査→演習問題」という流れで進めていき，共通テストに対して，その特徴の把握をしつつ，練習を重ねていける形になっています。

共通テストの特徴ですが

1． 実験データを見て考察，データを用いて計算
2． 生徒同士，生徒と先生の会話を穴埋めしながら考察
3． 一見見たことのないタイプの問題

という特徴が挙げられます。普通の問題集などではあまり見かけないタイプの問題なので，初めてやるときには，なかなかうまく解き進められず，手こずってしまうかもしれません。

だからこそ，きちんとした対策が不可欠です！！

本講座では，まず 2018 年実施の試行調査を扱います。そこで，解答だけでなく，出題の特徴・癖などをじっくりと掴み取ってください。そのうえで，対応する演習問題に挑戦。ここではしっかりと「自分の頭をつかって考える」ことを忘れないように。

共通テストの物理は癖のあるタイプの問題が多いです。ということは，きちんと対策をすればするほど，高得点を狙えるタイプの試験であるということです。また，問題を実際に解くのに使う道具は，所詮今まで普通に学んできた物理の知識です。最後まであきらめずにがんばりましょう！！

中野　喜允

目　次

第１講　2018 年度 試行調査 第１問＆演習問題 ……………………… p2

第２講　2018 年度 試行調査 第２問＆演習問題 ……………………… p20

第３講　2018 年度 試行調査 第３問＆演習問題 ……………………… p34

第４講　2018 年度 試行調査 第４問＆演習問題 ……………………… p48

第５講　演習問題 ……………………………………………………… p64

はじめに　受講の仕方・予習復習の仕方

まず 2018 年実施の試行調査を扱います。時間ははからなくても良いので，きちんと自力で納得のいくまで考えて解いてみてください。その上で, 解説を見て, 問題の解き方だけでなく，**出題の特徴・癖など**をじっくりと掴み取ってください。問題文やデータの**どこに目をつければよいのか**，自分が今まで**普通に学んできた物理の知識をどう使えばよいのか**，必ず納得のゆくまで繰り返して見て確認してください。

試行調査の確認が終わったら，対応する演習問題に挑戦です。ここでもしっかり・じっくりと「自分の頭をつかって考える」ことを忘れないように。

講座を受け終わったら，当然のことですが復習をきちんとやりましょう。テキストも問題をまずは繰り返し解き直すということが大事です。他の試験などでもそうですが, これを怠って点が伸びない人がとても多い。わかった気になって放っておくのが一番危険です。つまずいたときは，再び動画を見てみればいい。飽きを感じたりすることもあるかもしれませんが，初めのうちは，とにかく何度も繰り返してください。

そうやって繰り返すことで，まずは，**この形式の問題に慣れて**いきましょう。共通テストの問題，最大の敵は，「普段あまり見かけないタイプの問題である」という点です。なので，だからこそ「慣れ」というものが非常に大事になってきます。

そして，この復習の際に最も大切なことは，必ず **「問題の意図やデータの目の付け所，使っている物理の知識や式」** などを意識して進めるということです。もちろんこの点は解説内でも触れています。**何をやらせたくてどんなデータが出されている問題なのか**，厳しくチェック・考えながら復習を進めてください。これを怠ると，「ただ単にやりにくい問題を解いてみただけ」となってしまうので，共通テストの対策としては不十分です。抽象的に見える問題文，ただ単に並んでいるように見えるデータや数値たちに対し，自ら能動的に対峙し，冷静にものを考えて，本番において，自分一人の力だけできちんと解き進められるよう，頭の動かし方を身につけましょう。

なお，各分野について，勉強が足りない・不安だ，という方は，是非，通年講座の方もご覧ください。気になるテーマのところだけでもよいので，通年講座も通してきちんとした理解を目指しましょう。

第 1 講　2018年度 試行調査 第1問 & 演習問題

■ 2018年度 試行調査

第 1 問　次の問い（問 1 ～ 5）に答えよ。
〔**解答番号** [1] ～ [10] 〕（配点　30）

問 1　重力加速度の大きさを，地球上で g，月面上で $\frac{g}{6}$ とする。地球と月で質量 m の小物体を高さ h の位置から初速度 v で水平投射し，高さの基準面に達する直前の運動エネルギーを比較する。二つの運動エネルギーの差を表す式として正しいものを，次の①～⑧のうちから一つ選べ。ただし，空気の抵抗は無視できるものとする。[1]

① $\frac{1}{12}mv^2$　② $\frac{1}{6}mv^2$　③ $\frac{5}{12}mv^2$　④ $\frac{1}{2}mv^2$

⑤ $\frac{1}{6}mgh$　⑥ $\frac{1}{3}mgh$　⑦ $\frac{5}{6}mgh$　⑧ mgh

問 2　下の文章中の空欄 [2] ・ [3] に入れる語句または記号として最も適当なものを，それぞれの直後の ｛　　｝で囲んだ選択肢のうちから一つずつ選べ。
[2] [3]

図 1

図 1 のように，大気のない惑星にいる宇宙飛行士の上空を，宇宙船が水平左向きに等速直線運動して通過していく。一定の時間間隔をあけて次々と物資が宇宙船から静かに切り離され，落下した。4 番目の物資が切り離された瞬間の，それまでに切り離された物資の位置およびそれまでの運動の軌跡を表す図は，**図 2** の [2] ｛① ア　② イ　③ ウ　④ エ　⑤ オ｝であった。このとき宇宙船は，等速直線運動をするためにロケットエンジンから燃焼ガスを [3]

｛
① 水平右向きに噴射していた。
② 斜め右下向きに噴射していた。
③ 鉛直下向きに噴射していた。
④ 噴射していなかった。
｝

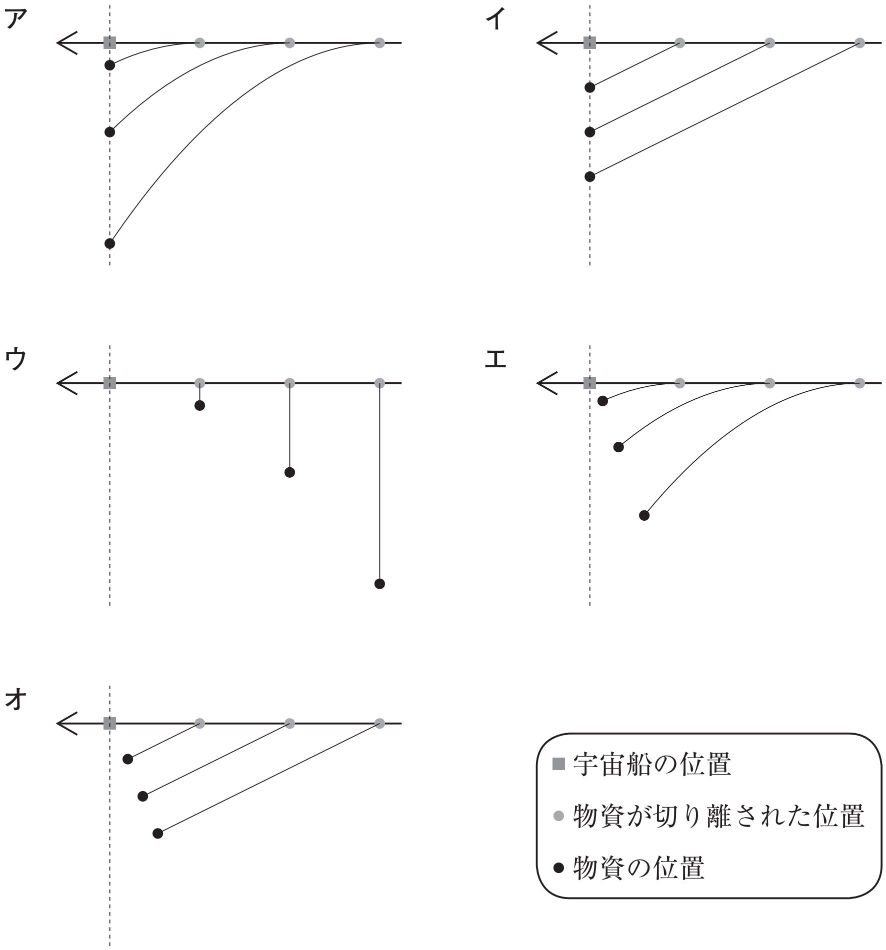


図２

問３　下の文章中の空欄 [4] ～ [6] に入れる式または語句として最も適当なものを，それぞれの直後の｛　　｝で囲んだ選択肢のうちから一つずつ選べ。ただし，気体定数は R，重力加速度の大きさを g とする。

[4] [5] [6]

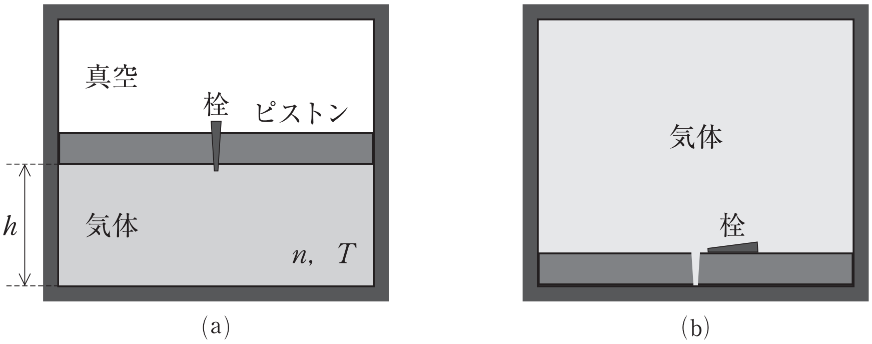


図３

図３(a)のように，断熱材でできた密閉したシリンダーを鉛直に立て，なめらかに動く質量 m のピストンで仕切り，その下側に物質量 n の単原子分子の理想気体を入れた。上側は真空であった。ピストンはシリンダーの底面からの高さ h の位置で静止し，気体の温度は T であった。このとき，

$mgh =$ [4] ｛① $\frac{1}{2}nRT$　② nRT　③ $\frac{3}{2}nRT$　④ $2nRT$　⑤ $\frac{5}{2}nRT$｝が成り立つ。

ピストンについていた栓を抜いたところ，**図 3**(b)のようにピストンはシリンダーの底面までゆっくりと落下し，気体はシリンダー内全体に広がった。

気体は [5]
- ① 等温で膨張するので，
- ② 断熱膨張するので，
- ③ 真空中への膨張なので仕事はせず，
- ④ ピストンから押されることで正の仕事をされ，

気体の温度は [6]
- ① 上がる。
- ② 下がる。
- ③ 変化しない。

問４　**図４**のように，凸レンズの左に万年筆がある。F，F′ はレンズの焦点である。レンズの左に光を通さない板 B を置き，レンズの中心より上半分を完全に覆った。万年筆の先端 A から出た光が届く点として適当なものを，図中の①～⑦のうちから**すべて**選べ。ただし，レンズは薄いものとする。 **7**

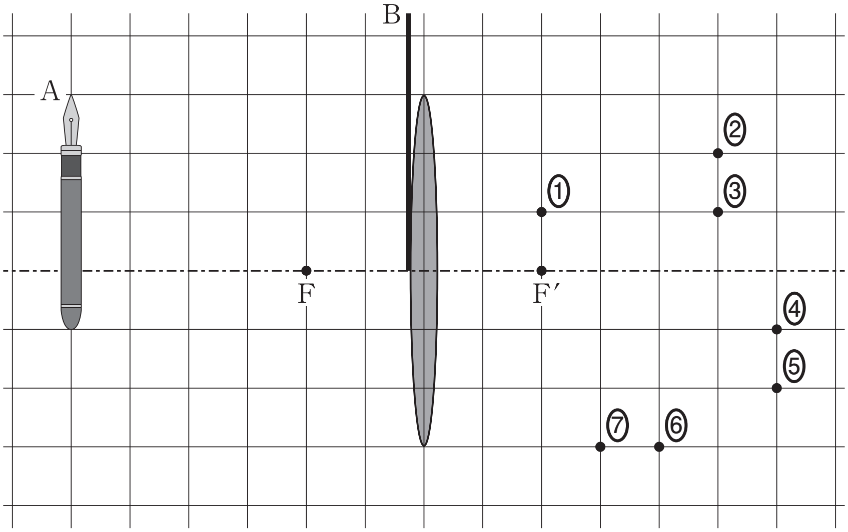


図４

問 5　水素原子のボーア模型を考える。量子数が n の定常状態にある電子のエネルギーは，

$$E_n = -\frac{13.6}{n^2}\ \mathrm{eV}$$

と表すことができる。エネルギーの最も低い励起状態から，基底状態への遷移に伴い放出される光子のエネルギー E を有効数字 2 桁で表すとき，次の式中の空欄 [8] ～ [10] に入れる数字として最も適当なものを，下の①～⓪のうちから一つずつ選べ。ただし，同じものを繰り返し選んでもよい。

[8] [9] [10]

$$E = \boxed{8}\,.\,\boxed{9} \times 10^{\boxed{10}}\ \mathrm{eV}$$

① 1	② 2	③ 3	④ 4	⑤ 5
⑥ 6	⑦ 7	⑧ 8	⑨ 9	⓪ 0

＜ Note ＞

■ 演習問題

1 次の問いに答えよ。

問１ 次の文章中の空欄 **1** ～ **4** に当てはまる最も適当なものを，下の①～⑥のうちから一つずつ選べ。 **1** ～ **4**

人が運動するときのエネルギーについて考えてみよう。人は食物を食べ，これを代謝によって化学エネルギーとして体内に蓄積し，一部を筋肉に発生する力と動きに変換して運動する。人の運動は非常に複雑な生物・物理・化学的な過程であるが，たとえば，人が歩行をするときには，人を前に押し出す外力が働いているはずである。その力は人が地面を蹴るときに反作用で生じる **1** 力である。いっぽう，エネルギーについては，成人の場合１日に約 2500 kcal を食物から得ていると言われている。そのうち，からだを動かす活動に使うエネルギーは約 1000 kcal である。その 1% の 10 kcal というのはどのくらいの量であろうか。熱の仕事当量を 4J=1cal として有効数字１桁で求めると，質量 100 kg の物体が約 **2** m/s の速さにあるときの運動エネルギーに等しく，体重 100 kg の人が重力加速度 $10\,\mathrm{m/s^2}$ のもとで，階段を高さ約 **3** m 上ったときの位置エネルギーの増加に等しい。

しかし，人が運動するときは，運動で得た力学的エネルギー以上の化学エネルギーを消耗することは明らかである。一部は空気や地面との接触で失われる。また，からだを動かさずにじっとしていても，水の蒸発熱や熱放射などによって，エネルギーはからだの表面から常に失われている。よって，エネルギー全体での保存は成り立つ。人が生きているということは，体内で **4** を産生し，摂取したエネルギーの半分以上を必然的に失うことなのである。

1 の選択肢

① 重　② 垂直抗　③ 摩擦　④ 浮　⑤ 推進　⑥ 空気抵抗

2 の選択肢

① 2×10　② 3×10　③ 4×10　④ 5×10　⑤ 6×10　⑥ 7×10

3 の選択肢

① 2×10　② 3×10　③ 4×10　④ 5×10　⑤ 6×10　⑥ 7×10

4 の選択肢

① 血液　② 細胞　③ 栄養素　④ 熱　⑤ 汗　⑥ 力

2　次の文章（A〜C）を読み，下の問い（**問 1〜6**）に答えよ。

A　ある気体（理想気体）が，ピストンでシリンダー内に閉じ込められている。**図 1** は，この気体の圧力と体積の変化を表す図である。初め状態 A にあった気体を，状態 B，状態 C，状態 D の順に変化させた後，再び状態 A にもどした。ただし，過程 A → B は断熱変化，過程 B → C は定圧（等圧）変化，過程 C → D は定積（等積）変化，過程 D → A は等温変化である。

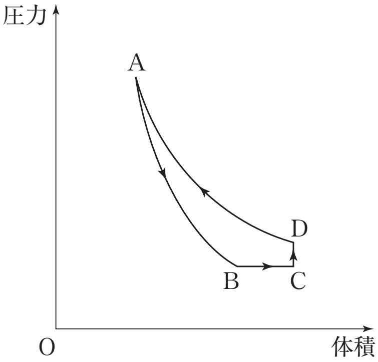


図 1

問 1　状態 A，B，C の温度をそれぞれ T_A，T_B，T_C としたとき，それらの関係を表す不等式として正しいものを，次の①〜⑥のうちから一つ選べ。 **5**

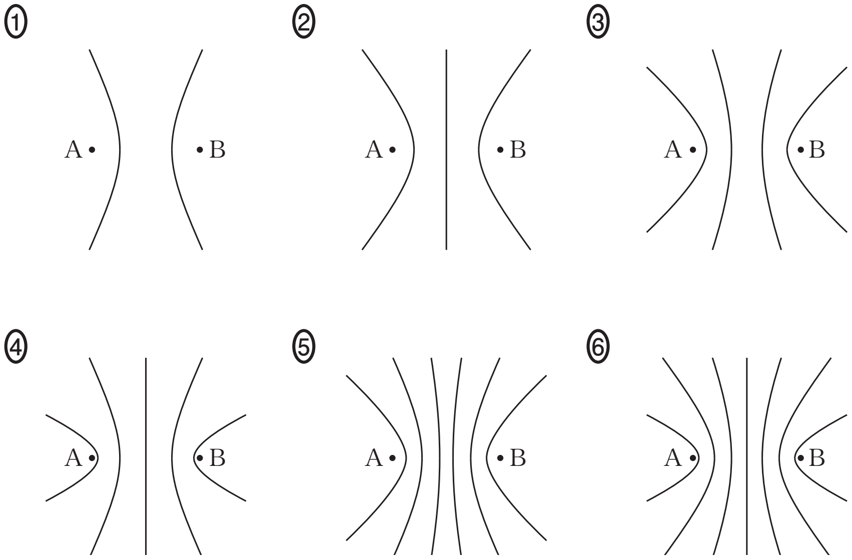
① $T_A < T_B < T_C$　② $T_A < T_C < T_B$　③ $T_B < T_A < T_C$　④ $T_B < T_C < T_A$
⑤ $T_C < T_A < T_B$　⑥ $T_C < T_B < T_A$

問 2　三つの過程 B → C，C → D，D → A において，**気体がピストンにした仕事を** $W_{B\to C}$，$W_{C\to D}$，$W_{D\to A}$ とする。それぞれ，正であるか，負であるか，0 であるかについて，正しい組合せを，次の①〜⑥のうちから一つ選べ。 **6**

	$W_{B\to C}$	$W_{C\to D}$	$W_{D\to A}$
①	正	負	0
②	正	0	負
③	負	正	0
④	負	0	正
⑤	0	正	負
⑥	0	負	正

B　水面上に距離 d だけ離れた二つの波源 A，B がある。それぞれの波源からは同じ振幅で同じ波長 λ の円形水面波が発生している。この二つの円形波が干渉して波が強めあう場所や打ち消しあう場所が生じる。波が強めあう点をつなぎあわせると，ある曲線群を描くことができる。波源 A，B の間隔は $d = 3.3\lambda$ であり，水面は十分に広いものとする。

問３　波源 A，B が**逆位相**で振動している場合に波が強めあう点をつないだ曲線群として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 7



問４　次の文章中の空欄 **8** に入る式として最も適当なものを，また **9** に入る数値として最も適当なものを，下のそれぞれの解答群から一つずつ選べ。**8** **9**

波源 A，B が**同位相**で振動しているとき，遠方にある点 P での振動の様子を考える。AB の中点 O と点 P を結ぶ直線が線分 AB となす角度を θ とする。点 P が十分遠方にあるとき，**図２**のように直線 AP と直線 BP は直線 OP に平行であるとみなしてよいので，A からの波と B からの波とが強めあう角度 θ を与える条件は整数 m を用いて **8** と表される。$d = 3.3\lambda$ のとき，この条件を満たす θ（$0° \leqq \theta < 360°$）の値は **9** 個ある。

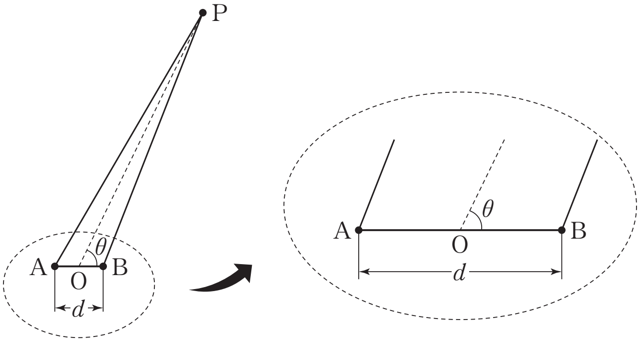


図２

8 **の解答群**

① $d\sin\theta = m\lambda$　　② $d\sin\theta = \left(m + \dfrac{1}{2}\right)\lambda$

③ $d\cos\theta = m\lambda$　　④ $d\cos\theta = \left(m + \dfrac{1}{2}\right)\lambda$

9 **の解答群**

① 4　② 6　③ 8　④ 10
⑤ 12　⑥ 14

C　ある白熱電灯に電圧を加え，流れる電流を測定した。電圧と電流の関係を，電流を横軸にとって表すと**図３**のようになった。この白熱電灯を用いた回路について考えよう。

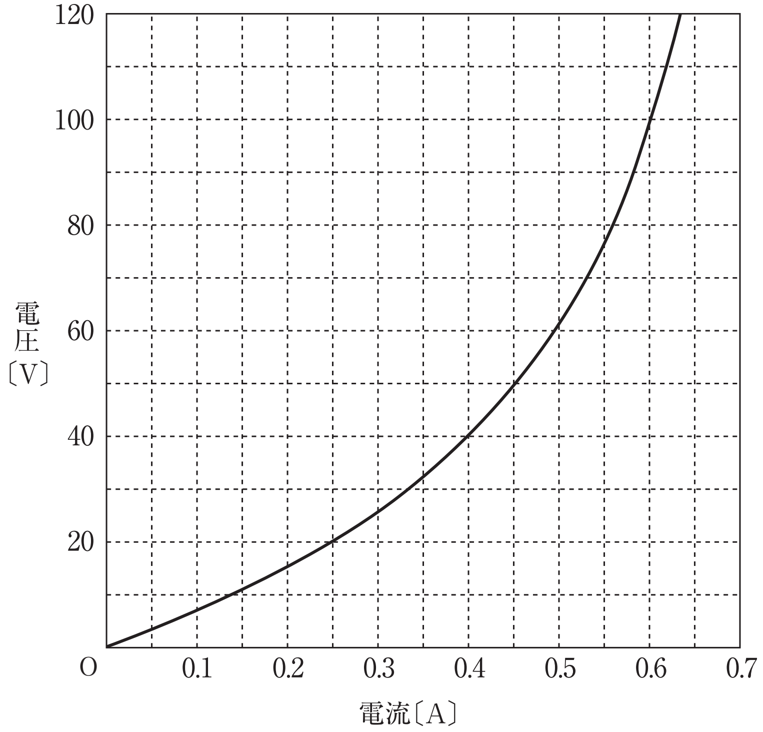


図３

問５　次の文章中の空欄 [10] ・ [11] に入れる数値として最も適当なものを，次ページのそれぞれの解答群の①～⑥のうちから一つずつ選べ。

[10] V， [11] W

図３の電圧と電流の関係を示す白熱電灯を，**図４**のように２個直列に接続してその両端に100Vの電圧を加えた。このとき，白熱電灯１個に加わる電圧は [10] Vであり，２個の白熱電灯で消費される電力の和は [11] Wである。

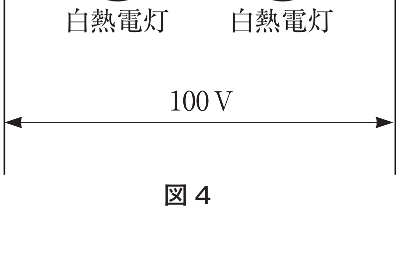


図４

10 の解答群

① 0　② 10　③ 25　④ 50
⑤ 75　⑥ 100

11 の解答群

① 11　② 23　③ 30　④ 45
⑤ 60　⑥ 120

問 6　**図 3** の電圧と電流の関係を示す白熱電灯と 100 Ωの抵抗を**図 5** のように直列に接続し，その両端に電圧を加えた。このとき，抵抗を流れる電流と両端に加えた電圧の関係を表すグラフとして最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選べ。 **12**

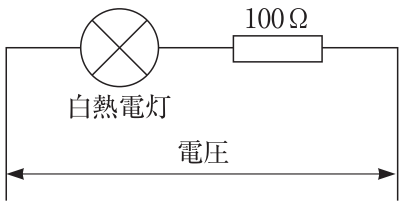
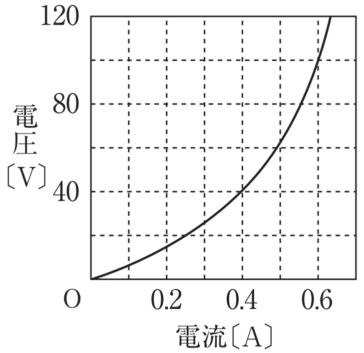
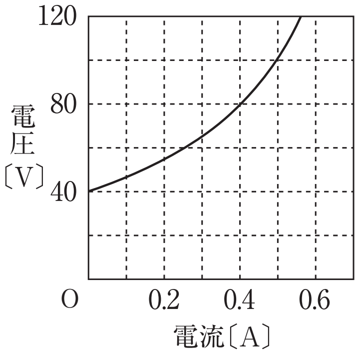


図 5

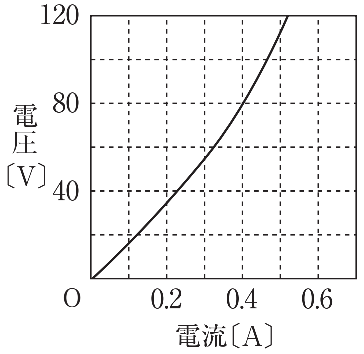
①



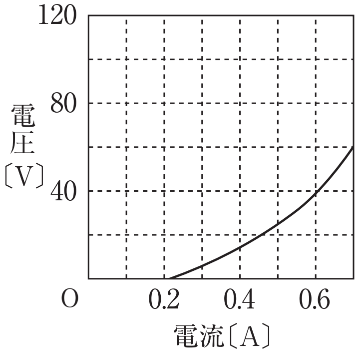
②



③



④



3 次の問いに答えよ。

問 1 次の文章中の空欄 **13** ～ **19** に当てはまる最も適当なものを，下の①～⑤のうちから一つずつ選べ。**13** ～ **19**

真空中でフィラメントを加熱してそこから発生した電子を **13** で加速して，対陰極と呼ばれる金属板に衝突させたときに波長が 0.1～1nm の **14** が発生する。これが X 線であり，物質に対する **15** の強い放射線である。金属に衝突する電子の多くは金属原子と **16** を繰り返しながらエネルギーを徐々に失っていくが，中には一回の衝突で多くの運動エネルギーを失うものもある。このとき電子は非常に大きな **17** の加速度を受けることになり，その際 X 線が放射されることになる。これを制動放射とよぶが，放射される X 線は **18** スペクトルをもっている。もうひとつの X 線発生のメカニズムとして，衝突した電子が対陰極原子の内側の軌道の電子をたたき出し，そこに同じ原子内の外側の軌道の電子が移動することにより，軌道のエネルギー差に相当する 14 が放出される場合がある。これは特性 X 線と呼ばれ，線スペクトルを示す。この現象を利用すると，未知物質の **19** を明らかにすることも可能である。

13 の選択肢
① 電界　② 磁界　③ 電磁誘導　④ 共振回路　⑤ サイクロトロン

14 の選択肢
① 反射波　② 定常波　③ 超音波　④ 電磁波　⑤ 物質波

15 の選択肢
① 破壊力　② 吸収　③ 発熱効果　④ 酸化力　⑤ 透過力

16 の選択肢
① 弾性衝突　② 非弾性衝突　③ 共鳴　④ 干渉　⑤ 静電誘導

17 の選択肢
① 正　② 負　③ 速度方向　④ 垂直方向　⑤ 斜め方向

18 の選択肢
① 連続　② 離散　③ 単調増加　④ 単調減少　⑤ 振動

19 の選択肢
① 原子核構造　② 電子密度　③ 元素組成　④ 静電エネルギー
⑤ イオン化エネルギー

第 1 講　2018年度 試行調査 第1問＆演習問題　解答

■ 2018年度 試行調査

問題番号（配点）	設問	解答番号	正解	配点
第 1 問（30）	1	1	7	4
	2	2	1	4
		3	3	4
	3	4	2	4
		5	4	5[*1]
		6	1	
	4	7	4，5	5[*2]
	5	8	1	4[*1]
		9	0	
		10	1	

（注）
＊ 1 は，全部正解の場合のみ点を与える。
＊ 2 は，過不足なく解答した場合のみ点を与える。

■ 演習問題

問題番号	設問	解答番号	正解
1	問 1	1	3
		2	2
		3	3
		4	4
2	問 1	5	4
	問 2	6	2
	問 3	7	5
	問 4	8	3
		9	6
	問 5	10	4
		11	4
	問 6	12	3
3	問 1	13	1
		14	4
		15	5
		16	2
		17	2
		18	1
		19	3

＜ Note ＞